植物分类学报
第21卷 第2期 ACTA PHYTOTAXONOMICA SINICA 1983年5月

小檗科 Berberidaceae 花粉形态研究

张金谈 王萍莉
（中国科学院植物研究所） （中国科学院成都生物所）

摘 要

本文对小檗科我国主产区——四川所采标本，以及我国新疆和朝鲜、苏联的少量标本共11属33种进行了较系统、较深入的花粉形态研究，试图在此基础上对小檗科属间的亲缘关系及其归属问题提供一些参考资料。

小檗科是种类较多的一科，有15属600多种。分布于北温带高山。我国有11属：即小檗属 *Berberis*、十大功劳属 *Mahonia*、山荷叶属 *Diphylleia*、鲜黄莲属 *Jeffersonia*、南天竹属 *Nandina*、八角莲属 *Dysosma*、红毛七属 *Caulophyllum*、牡丹草属 *Leontice*、桃儿七属 *Sinopodophyllum*、足叶草属 *Podophyllum* 和淫羊藿属 *Epimedium*。南北均产。淫羊藿属广布于我国各省。其余各属主产于我国西部和西南部，分布于阴湿的山坡或肥沃的灌丛林下。草本或灌木。本科各属均作了光学显微镜观察，并对其中有代表性的12种作了扫描电镜观察和照相。

关于小檗科花粉远在19世纪就有零星的描述和记载。20世纪30年代 Kumazawa (1936—1937) 描述过三个相近的科（毛茛科，木通科和小檗科）的花粉形态。Ikuse (1955, 1956) 研究了日本的小檗科花粉形态，根据萌发孔类型他把本科分为三群：即螺旋状萌发孔（*Berberis* 和 *Mahonia*）、6—12短沟（*Ranzania*）和三沟（*Epimedium*, *Jeffersonia*, *Nandina*, *Podophyllum*, *Diphylleia*, *Caulophyllum*）。G. Erdtman (1952) 对本科花粉做过比较详细的描述和测量。中国科学院植物研究所形态室孢粉组（1960）在《中国植物花粉形态》书中以及黄增泉(1972)在《台湾花粉区系》书中都有本科一些属、种花粉形态的描述和显微照片。Д. Б. Архангельский 和 А. Л. Тахтаджян (1972) 在《*Leontice* L., *Gymnospermium* Spach 和小檗科相近属的花粉形态研究》一文对苏联产的 *Berberis* 属4个种和 *Mahonia* 属6个种进行研究，根据花粉粒特征编出这两个属种间鉴定的检索表。Косенко В. Н. (1980) 对本科6个属花粉进行扫描电镜观察和照相，并阐明各属花粉异同点。他认为被研究的各属花粉不仅在萌发孔，而且在外壁表面的特征都有区别。J. W. Nowicke 和 J. J. Skvarla (1981) 对本科14属40种花粉进行详细的深入研究，指出 Berberis 和 Mahonia 从花粉形态看应分出成立一个科，Nandina 以其特殊的外壁结构应单独成立一个科。

一、材料和方法

本科大多数花粉材料采自中国科学院成都生物所植物标本室腊叶标本，*Jeffersonia* 和

Leontice 采自中国科学院植物研究所标本室。 全部材料用醋酸酐分解法处理，甘油胶制片。由于 *Jeffersonia dubia* 和 *Leontice altaica* 两种材料很少，故先作整体封片，观察其形状，测量大小，再于玻片上进行醋酸酐分解，然后用甘油胶制片进行详细观察、照相和描述。

用于扫描电镜照相的材料是把花粉直接撒在双面胶纸上，然后镀膜并进行观察和照相。

花粉的测量，每种一般测 20 粒，找出其常见值和变化幅度。

二、小檗科及其各属的花粉形态特征

本科花粉可分两大类：四合花粉（*Sinopodophyllum emodi*（Wall.）var. *chinense*）和单粒花粉(其余各属)。单粒花粉中又有螺旋状萌发孔和 3 沟花粉两种类型。

单粒花粉为长球形、近球形或扁球形，尚有少数形状不规则（*Nandina*）的花粉；赤道面观为椭圆形或近圆形；极面观为三裂圆形，少数为钝三角形。

花粉大小差异明显，最小的直径为 18μ，最大的直径为 57.5μ，常见值为 40—45μ。

外壁两层，内外层厚度约相等或外层略厚于内层，有时层次不太明显；厚度为 1.5—4 μ，一般为 2μ。大部分具网状和颗粒-细网状纹饰。少数具疣状、刺状、条状和条网状纹饰.

小檗科花粉分属检索表

1.单粒花粉。
  2.花粉具螺旋状萌发孔……………………………………………………… **小檗属 Berberis** L.
  十大功劳属 Mahonia L
  2.花粉具 3 沟。
    3.外壁为刺状纹饰……………………………………………………… **山荷叶属 Diphylleia** Michx.
    3.外壁非刺状纹饰。
      4.外壁为条纹或条一网状纹饰 ……………………………………… **鲜黄莲属 Jeffersonia** Barton
      4.外壁为网状纹饰。
        5.沟边外壁加厚 ……………………………………………………… **南天竹属 Nandina** Thunb.
        5.沟边外壁不加厚。
          6.花粉粒较大(45—50)×(32.5—37.5)μ，外壁网较粗。
            7.具沟膜………………………………………………… **八角莲属 Dysosma** R. E. Woodson
            7.不具沟膜………………………………………………… **红毛七属 Caulophyllum** Michx.
          6.花粉粒较小(25—50)×(20—27.5)μ，外壁网较细。
            8.花粉长球形至超长球形……………………………………… **牡丹草属 Leontice** L.
            8.花粉近球形至长球形……………………………………… **淫羊藿属 Epimedium** L.
            足叶草属 Podophyllum L.
1.四合花粉………………………………………………………… **桃儿七属 Sinopodophyllum** Ying

1. 小檗属 Berberis L.

小檗属约 200 种，分布于南北美洲、亚洲、欧洲和非洲。我国主要分布于四川西部和

西南部、西藏、云南、贵州、湖南、湖北、陕西、甘肃、河北、河南、安徽、江西、台湾等省区。苏联、日本、蒙古也有。分布面广，有的生长于海拔 2500 米以下的山地灌丛中如金花小檗；有的生长于海拔 2500—4000 米的亚高山灌丛；也有生长于海拔 3600—4600 米的高山灌丛中，常与高山草甸镶嵌分布；还有生长于干旱河谷灌丛中，常与白刺花 *Sophora vicifolia*，扁核木 *Prinsepia utilis* 同生。另有少量栽培。常绿或落叶或半常绿灌木。

花粉为近球形，大小一般为 40μ 左右，具螺旋状萌发孔或为合沟，螺旋状沟有的弯曲程度较大，有的弯曲程度较小，沟稍直，较长；沟膜常有颗粒；沟宽一般为 1.2—2μ，最宽达 2.5μ。外壁两层，几乎相等或外层略厚于内层，有时层次不明显；具明显或不明显的网状纹饰。我们观察 11 种，各种花粉特征见表 1。

2. 十大功劳属 Mahonia L.

本属约 50 种，分布于美洲中部和北部，亚洲。在我国主要分布于云南、四川、湖北、湖南、陕西、安徽、浙江、江西、福建。日本也有。生长于山坡灌丛中，常与小檗属一些种混生，常绿灌木。

花粉为近球形，略大于 *Berberis*，常见值为 45μ，具螺旋状萌发孔或合沟；沟宽常为 1.5—2μ。外壁两层，几乎相等或外层略厚于内层，有时层次不明显，具网状纹饰。我们观察 6 种，各种花粉特征见表 1。

3. 山荷叶属 Diphylleia Michx.

本属有 2—3 种，分布于我国陕西、甘肃、四川、湖北、云南等省。北美、日本也有。生长于山坡阴湿处或山地林下。为多年生草本。

花粉扁球形至球形，极少数为长球形，极面观为三裂圆形。大小为(30—35)×(37.5—40)μ。3 沟，沟宽 2.5—3μ，无沟膜。外壁两层，厚度 1.5—1.7μ。具刺状纹饰，刺的大小和疏密不一，刺的长度和宽度均为 1—2μ。我们作了分布于不同地区的两个材料，花粉特征一致，见表 1。

4. 鲜黄莲属 Jeffersonia Barton

本属有 2 种，分布于我国东北、西北。朝鲜、北美也有。多年生草本。生于山坡灌木林下或山坡阴湿处。

花粉球形或近球形，极面观近圆形或浅三裂圆形。大小为 (30—32.5)×(22.5—25)μ。3 沟，具沟膜，膜具颗粒；沟宽 2.5—3.5μ。外壁两层，几乎相等，厚度 2.5—3μ。纹饰为条-网状或条纹状。我们观察了采自朝鲜产鲜黄莲，在光学显微镜下纹饰为条-网状，扫描电镜下为条状。采自苏联的则二者均为明显的条状纹饰。见表 1、2。

5. 南天竹属 Nandina Thunb.

本属有 1 种，分布于江苏、浙江、安徽、江西、广西、湖北、四川、陕西。日本也有。多生长于海拔 2500 米以下的山地疏林下和灌木丛中；各地庭园都有栽培。常绿灌木。

花粉长球形至近球形，少数形状不规则，极面观为三裂圆形。大小为 (30—35)×(25—27.5)μ。3 沟，光学显微镜下沟的宽窄较一致，扫描电镜下沟中部宽，两极区变窄，沟宽为 2.5—4μ；具沟膜，膜具颗粒。外壁两层，厚度为 2.2—2.7μ，外层较内层厚，沟边加厚特别明显；具较模糊的网状纹饰。我们观察 1 种，见表 1。

6. 八角莲属 Dysosma R. E. Woodson

本属约 7 种，分布于我国西南、华中、华东各省区。生长于山谷或山坡林下阴湿处。多年生草本。

花粉长球形、近球形及扁球形，极面观为三裂圆形。大小为 50(40—52.5)×32.5(27.5—37.5)μ。3 沟，具沟膜，沟宽约 3.5μ。外壁两层，外层厚于内层，厚度约 2μ，网状纹饰。我们只观察 1 种，见表 1。

7. 红毛七属 Caulophyllum Michx.

本属有 2 种产亚洲东北部和北美。我国分布于东北、新疆、甘肃、安徽、浙江、四川。生于山坡阴湿肥沃处或山地林下。多年生草本。

花粉长球形，赤道面观为椭圆形，两端略尖，极面观为三裂圆形。大小为 (45—47)×(35—37.5)μ。3 沟，沟长，偶尔连接成合沟，无沟膜，沟宽为 3.2—4μ。外壁两层，几乎相等，厚度为 2.5—3μ，具明显的网状纹饰。我们观察了 *C. robustum* 1 种，其花粉特征见表 1。

8. 牡丹草属 Leontice L.

本属我国有 2 种，分布于我国东北、内蒙、安徽、浙江。苏联也有。多生长于林中，为多年生草本。

花粉长球形至超长球形，大小为 50(42.5—52.5)×27.5(25—32.5)μ。3 沟，沟长，沟宽为 3—3.5μ。外壁两层，外层略厚于内层，基柱明显，厚度 2.5—3μ，具网状纹饰。我们观察 1 种，见表 1。

9. 淫羊藿属 Epimedium L.

本属有 23 种，分布于亚洲、欧洲的温带和亚热带地区，我国有 13 种，主要分布于江苏、江西、浙江、安徽、福建、广东、广西、湖南、湖北、四川、贵州等省。生长于海拔 200—3700 米之间山地林下，灌丛中或山坡阴湿的地方或路旁岩石缝中。多年生草本。

花粉长球形，赤道面观为椭圆形或长椭圆形，极面观为三裂圆形或钝三角形。大小(32.5—37.5)×(27.5—30)μ。3 沟，沟深，沟宽为 2—3.1μ，中部和两极一致。具沟膜，膜上具疏密不一的粗颗粒，有的颗粒突出于表面。外壁两层，厚度为 2μ 左右，内外层几乎相等。表面具明显或不明显的颗粒-细网状纹饰；网脊在极区逐渐变低，形成两极区较模糊的细网状纹饰，在光学显微镜下网眼和网脊几乎相等。我们观察 7 种，见表 1。

10. 桃儿七属 Sinopodophyllum Ying

本属为新成立的，仅一种，分布于甘肃、四川，西藏。生长于山坡林下，正种产于我国西藏；分布于阿富汗、巴基斯坦至锡金。为多年生草本。

花粉为四合体。四合体呈十字形，菱形，四面体形。直径 85—95μ。单粒花粉略扁，具 3 短沟。外壁层次不明显，厚度约 2.9μ；具疣状纹饰，疣高约 2.1μ，宽 1.8—2.1μ，在光学显微镜下疣状纹饰呈现粗网状。在扫描电镜下疣状纹饰明显。我们只观察 1 变种，见表 1。

11. 足叶草属 Podophyllum L.

本属有 3 种，分布于北美、喜马拉雅和我国西南部。多年生草本。

花粉近球形，极面观三裂圆形，赤道面观近圆形。大小为 20(18—25)μ。3 沟，沟深，末端尖。在扫描电镜下外壁为穴状纹饰，穴的大小形状不一。我们观察 1 种 *P. peltatum*。因材料很少，只作扫描电镜观察和照相（见图版 5：4—5）。

表 1 小檗科各种植物花粉在光学显微镜下的形态特征

植物种名	花粉编号	花粉大小 (μ)	花粉形状	萌发孔		外壁			分布与生境	图版	植物标本采集地点
				类型	沟宽 (μ)	层次	厚度 (μ)	纹饰			
锥花小檗 *Berberis aggreata* Schneid.	0001	40(35—42)	近球形	螺旋状萌发孔沟内具颗粒	1.5—1.8	两层，外层略厚于内层	2±	细网状	四川、甘肃、陕西，生长于海拔 1000—3000 米的山地灌丛中，高山峡谷、高原丘陵、阴坡潮湿处	1:7	四川南坪
直穗小檗 *B. dasystachya* Maxim.	0003	42.5(27.5—47.5)	同上	同上	1.8—2.0	同上	同上	同上	甘肃、陕西、四川、湖北、河南、河北，生于海拔 1700—2500 米山地灌丛中、山沟阴湿处或水沟边	1:12	四川黑水
拟刺红珠 *B. ambrozyana* Schneid.	0002	40(38—42)	同上	同上	1.8±	同上	同上	同上	四川、云南、青海，生于海拔 3000—4000 米山地灌丛中、阴坡半阴坡、宽谷山坡或田埂、路旁	1:4	四川
伊宁小檗 *B. iliensis* M. Pop.	0004	40(38—43)	同上	同上	2±	同上	同上	同上	新疆天山山脉，生于海拔 3000 米左右	1:11	新疆伊宁
B. kaechgarica M. Pop.	0005	40(37.5—45)	同上	同上	1.2—1.5	同上	1.8—2.0	同上	新疆桑株河上游	1:1	新疆
大黄檗 *B. francisci-ferdinendi* Schneid.	0006a	45(42.5—50)	同上	同上	1.5—1.8	同上	2.0—2.3	同上	四川西北部、甘肃南部，生于海拔 1300—3000 米的高山灌丛中	1:3	四川茂汶
黑果小檗 *B. heteropoda* Schrenk	0007	45(42.5—47.5)	同上	同上	1.2—1.5	同上	2—2.2	同上	新疆天山山脉，生于森林带的河谷及山坡灌丛中，海拔 2000 米以上	1:8	新疆乌鲁木齐
B. lecomtei Schneid.	0010	47.5(40—51)	同上	同上	2—2.5	两层，内外层几乎相等	2—2.2	同上	四川、云南、贵州、湖北，生于海拔 3100—4200 米的山坡灌丛中或山间路旁	1:6	四川康定

得勒小檗 *B. ludlowii* Ahrandt var. *deleica* Ahrandt	0011	50(42.5—52.5)	同上	同上	1.8—2.0	两层，外层略厚于内层	2±	同上	四川、西藏，生于海拔4000—4500 米的山地丛林中	1:9	四川康定
华西小檗 *B. silva-taroucana* Schneid.	0017	40(32.5—42)	同上	同上	1.5—1.8	两层，内外层几乎相等	2±	同上	四川、甘肃、湖北、云南，生于海拔 2000—3500 米的山坡林下或路旁	1:5	四川汶川
疣枝小檗 *Berberis verruculosa* Hemsl.	0021a	50(40—52.5)	近球形	螺旋状萌发孔沟内具颗粒	1.2—2.0	两层，外层略厚于内层	2±	细网状	四川、甘肃，生于 2000—4000 米的山坡林下或山谷岩石上	1:2	四川宝兴
十大功劳 *Mahonia fortunei* (Lindl.) Fedde	0041	40(37.5—50)	同上	同上	1.5—2.0	两层，内外层几乎相等	2—2.5	同上	四川、湖北、浙江，生于海拔 2000 米左右山坡树林或灌丛中	2:5	四川南川
刺黄芩 *M. mairei* Takeda	0042	47.5(37.5—50)	同上	多数为合沟，少数为螺旋状萌发孔	1.5—2.5	同上	2±	同上	四川，生于海拔 3200 米以下	2:1	四川稻城
湖北十大功劳 *M. confusa* Sprag.	0043	37.5(35—45)	同上	多数为螺旋状萌发孔，少数为合沟	1.5—2.0	同上	1.8—2	同上	四川、湖北，生于山地灌丛中	2:6	四川北碚
刺黄檗 *M. gracilipes* (Oliv.) Fedde	0044	45(40—50)	同上	螺旋状萌发孔	1.5—2.0	两层不明显	2±	同上	四川、云南，生于山地丛林中	2:3	四川峨眉山
M. eurybracteata Fedde	0045	45(37.5—55)	同上	同上	1.0—1.5	两层，内外层几乎相等	2±	同上	四川，生于山地阴湿处、林下或山坡	2:2	四川金佛山
M. fargesii Takeda	0046	47.5(42.5—57.5)	同上	同上	1.5—2.0	同上	2±	同上	四川，生于山地林中阴湿处	2:7	四川广元
中华山荷叶 *Diphylleia sinensis* Li Schm.	0051a	30(27.5—32.5)×37.5(30—40)	扁球形，球形，少数为长球形，极面观三裂圆形	3 沟，无沟膜	2.5±	两层，分层不明显	1.7±	小刺	湖北、陕西、云南、四川，生于山坡阴湿处和山地林下	2:8	四川

续表

植物种名	花粉编号	花粉大小(μ)	花粉形状	萌发孔		外壁			分布与生境	图版	植物标本采集地点
				类型	沟宽(μ)	层次	厚度(μ)	纹饰			
中华山荷叶 *Diphylleia sinensis* Li Schm.	0051b	35(30—40)×40(32.5—42)	扁球形,球形,少数为长球形,极面观三裂圆形	3沟,无沟膜	2—3	两层,分层不明显	1.5±	小刺	湖北、陕西、云南、四川,生于山坡阴湿处和山地林下	2:9	四川康定
鲜黄莲 *Jeffersonia dubia* Bentham et Hooker	0056	32.5(30—35)×22.5(15—25)	近球形	3沟,具沟膜,膜上具颗粒	2.7—3	两层,内外层几乎相等	2.9±	条-网状	我国产于东北、西北,生于山坡灌木林中或山坡阴湿处	2:11	朝鲜
鲜黄莲 *Jeffersonia dubia* Bentham et Hooker	0057	30(27.5—40)×25(22.5—27.5)	近球形,少数为长球形	3沟,具沟膜,膜上具颗粒	2.5—3.5	两层,内外层几乎相等	2±	条状	同上	2:12	苏联远东
南天竹 *Nandina domestica* Thunb.	0047c	35(28.5—37.5)×25(22—27.5)	长球形,极面观为三裂圆形	同上	3—4	两层,外层厚于内层,沟边加厚	2.2—2.5	细网状	江苏、浙江、江西、四川、安徽、陕西、广西,日本也有;生于山地疏林下、灌木丛中,各地庭园有栽培	3:3—4	四川
同上	0047d	30(25—37.5)×27.5(22—28.5)	长球形,近球形,不规则形,极面观三裂圆形。	同上	2.5—3	同上	2—2.5	同上	同上	3:5	四川
六角莲(独足莲) *Dysosma pleiantha* Woods.	0053	50(40—52.5)×32.5(27.5—37.5)	扁球形,长球形,极面观为三裂圆形	3沟,具沟膜	3.5±	两层,外层厚于内层	2±	网状	四川、浙江、安徽、广西、台湾、福建,生于海拔600—1600米山谷、山坡杂木林下阴湿处	5:7	四川峨眉山
红毛七 *Caulophyllum robustum* Maxim.	0048a	47.5(42.5—52.5)×35(32.5—40)	近球形,极面观三裂圆形,赤道面观椭圆形	3沟,沟长,少数连成合沟,无沟膜	3—4	两层,内外层几乎相等	2.5—3	同上	我国产于西南、东北,生于海拔1700米山地林下或山坡阴湿肥沃处	3:9—10	四川武隆
同上	0048c	45(40—50)×37.5(35—40)	同上	同上	3.2—4	同上	同上	同上	同上	3:6—8	四川

阿尔泰牡丹草 *Leontice altaica* Pall.	0058	50(42.5—52.5)×27.5(25—32.5)	长球形至超长球形	3沟，沟长，沟膜贴近沟底	3—3.5	两层，内外层几乎相等	2.5—3	同上	东北、西北、西南、新疆、内蒙，生于林中	5:1—2	新疆阿尔泰县
粗毛淫羊藿 *Epimedium acuminatum* Pranch.	0031	37.5(27.5—38)×30(22.5—32.5)	近球形至长球形，极面观三裂圆形	3沟，具沟膜，膜上具粗颗粒	2.9±	同上	2±	颗粒-细网	贵州、云南、四川、湖北，生于海拔270—1900米林下灌丛中、草地或竹林下	4:1—3	四川峨眉山
宝兴淫羊藿 *E. davidii* Franch.	0032	35(30—37.5)×27.5(25—37.5)	近球形至长球形，极面观三裂圆形	同上	3.1±	同上	2±	同上	云南西北部、四川，生于海拔1400—3000米林下或灌丛中	4:4—5	四川宝兴
川西淫羊藿 *Epimedium elongatum* Kamarov	0033	37.5(32.5—40)×27.5(25—32.5)	近球形或长球形，极面观三裂圆形，少数为钝三角形	3沟，具沟膜，沟边不平	3.1±	两层，内外层几乎相等	2±	颗粒-细网	四川西部，生于海拔2600—3700米林下或灌丛中	4:13—15	四川开县
巫山淫羊藿 *E. wushanense* Ying	0035b	32.5(27.5—35)×27.5(20—28.5)	同上	3沟，具沟膜，膜上具颗粒	3.1±	同上	2±	同上	四川东部	4:16—17	四川巫溪县
淫羊藿 *E. brevicornum* Maxim.	0038	37.5(35—40)×30(25—32.5)	近球形，极面观三裂圆形	同上	2.1±	同上	2±	同上	甘肃、陕西、山西、河南、四川，生于海拔650—3500米林下灌丛中或阴湿处	4:6—7	四川南川
茂汶淫羊藿 *E. platypetalum* K. Ueyer	0037	37.5(32.5—40)×27.5(25—30)	近长球形，极面观三裂圆形	3沟，具沟膜	2—2.7	同上	2±	同上	四川，生于阴湿山坡岩石上	4:8—9	四川灌县
三枝九叶草 *E. sagittatum* (Seib. et Zucc.) Maxim.	0036	32.5(30—37.5)×27.5(25—30)	近球形，长球形，极面观三裂圆形	3沟，具沟膜，膜上具颗粒	2.7±	同上	2±	同上	江西、安徽、浙江，福建、湖北、四川，生于海拔200—800米林下灌丛中或水沟边。	4:11—12	四川灌县
桃儿七 *Sinopodophyllum emodi* Wall. var. *chinense* Sprag.	0049	四合体直径为85—95 单粒花粉直径为52—57	四合体为菱形、十字形和四面体形	单粒花粉具3短沟	3—4	层次不明显	2.9±	疣状	甘肃、四川、西藏，生于山坡林下	5:3,6	四川甘孜

表2 小檗科花粉在扫描电镜下的外壁纹饰特征和在光学显微镜下的对比

植物种名	外壁纹饰特征		图版	植物标本采集地点
	在扫描电镜下	在光学显微镜下		
芮氏小檗 *Berberis lecomtei* Schneid.	表面可见穴状纹饰，穴较稀，较浅，略近圆形，有的部位明显，有的不明显	为较明显的细网状纹饰		四川
伊宁小檗 *Berberis iliensis* M. Pop.	表面具较明显的穴状纹饰，穴呈线状或弧状或略近圆形，穴间距离稍密	为较明显的网状纹饰，网眼的大小和形状不一，疏密也不一	1:10	伊宁
喀什小檗 *Berberis kaechgarica* M. Pop.	表面具明显的穴状纹饰，穴较大，形状不规则，穴间距离宽于穴的直径，穴较稠密	为明显的网状纹饰，网眼的直径与网脊的宽度基本一样		新疆
十大功劳 *Mahonia fortunei* (Lindl.) Find.	表面具明显的穴状纹饰，穴近圆形，穴间的距离略大于穴的最大直径，穴在边缘较稀疏，表面龟裂较多	为很明显的网状纹饰，网眼较大，直径略大于网脊，沟边和沟间区网眼均较密	2:4	四川
刺黄芩 *M. mairei* Takede	表面较光滑，浅穴状纹饰，穴间距离较远	为明显的网状纹饰，网脊和网眼的直径基本相等		四川
三枝九叶草 *Epimedium sagittatum* (Sieb.et Zucc.) Maxim.	表面为明显的网状纹饰，网眼很小，近圆形，沟边和极区网较稀疏，网眼较浅	为颗粒-细网状纹饰，网脊和网眼直径几乎相等，网眼圆形，极区网脊低，网眼浅	4:10	四川
巫山淫羊藿 *Epimedium wushanense* Ying	表面为模糊的条-网状纹饰，条状网脊的走向略与赤道平行，与沟成垂直，网眼的形状不规则	为细网状纹饰，网眼和网眼、网脊和网脊连接成细条状	4:17	四川
鲜黄连 *Jeffersonia dubia* Benthan et Hooker	表面为明显的条状纹饰，条纹较宽，条间距离也宽，条与条之间不平行，有的为子午向，有的则与子午向成一定的角度，沟间区与极区的条纹均较明显	为条-网状纹饰，只见网脊互相连接成条状，但看不出条纹，网脊和网眼直径几乎相等	2:10	朝鲜
同上	表面为明显的条纹状纹饰，条间距离小，几乎均与子午向平行，极区不与子午向平行，但条间仍然互相平行	为明显的条状纹饰，其特征与扫描电镜下观察特征一致		苏联
南天竹 *Nandina domestica* Thunb.	表面为明显的网状纹饰，网眼圆形或多边形，分布较均匀	与扫描电镜下所见一致	3:1—2	四川
阿尔泰牡丹草 *Leontice altaica* Pall.	表面为明显的细网状纹饰，网眼稠密，呈圆形或椭圆形，网眼的最大直径远超过网脊的宽度，沟边和极区及沟间区差异不大，但沟边和极区网眼较浅	为细网状纹饰，特征与扫描电镜下所见一致	5:1	新疆
红毛七 *Caulophyllum robustum* Maxim.	表面为较明显的网状纹饰，网眼为圆形或椭圆形，大小不一，疏密也略有差异，网脊较高，宽窄不一，极区和沟间区基本一致	为很明显的网状纹饰，网眼大小不一，网眼直径大于网脊宽度	3:11—12	四川

三、结论与讨论

1. 全科各属花粉可归纳为三个类型：（1）四合花粉，（2）具螺旋状萌发孔或合沟（短沟）花粉，（3）具 3 沟花粉。它们分别隶属于不同类群的植物。四合花粉为桃儿七属的特征；具螺旋状萌发孔或合沟花粉为小檗属、十大功劳属的特征；3 沟花粉为其余各属植物所共有。在 3 沟花粉中，因花粉的形状、大小及纹饰的不同又可以相互区别（见花粉形态检索表）。

2. 从小檗科花粉形态分化情况结合植物形态特征我们认为，小檗科至少可以分为三大类群：即（1）常绿或落叶或半常绿落叶灌木的小檗属和十大功劳属。它们的花粉都具有螺旋状萌发孔或合沟（短沟），外壁均为细网状纹饰。（2）桃儿七属为多年生草本，具四合体疣状纹饰的花粉，在小檗科中很独特，而在应俊生（1979）的《小檗科八角莲属和桃儿七属（新属）的研究》一文中，将其独立出来，这一观点我们很赞同。四合花粉在植物进化中一般属于比较高级一些的植物类群才具有，所以桃儿七属在小檗科中作为一个独立的类群看待是较合理的。（3）其余各属包括牡丹草、山荷叶、淫羊藿、鲜黄莲、红毛七等属均为多年生草本；花粉都具 3 沟，归为另一类群也是恰当的。

3. *Berberis* 和 *Mahonia* 两属在形态上非常近，某些作者把这两属合并成为 *Berberis* 一个属，而 *Mahonia* 作为 *Berberis* 属下面的一个组（Himmelbaur, 1913）。Kumazawa（1936—1937）研究 *Berberis* 4 种和 *Mahonia* 2 种，指出根据花粉萌发孔类型这两属很相似，并单独地放到小檗科。Архангельский（1973）描述 *Mahonia* 花粉具合沟，*Berberis* 花粉具螺旋状萌发孔。Косенко（1980）通过扫描电镜研究 *Berberis* 7 种，*Mahonia* 3 种，确信这两属花粉具有相似的萌发孔类型，而且外壁纹饰也无差异。我们观察 *Berberis* 属 11 种，*Mahonia* 属 7 种，通过光学和扫描电镜观察结果，证明这两属的花粉形态确实很相似，两属花粉多数为螺旋状萌发孔，少数为合沟（例如 *Berberis francisci-ferdinendi* 和 *Mahonia mairei*），外壁表面均为穴状纹饰。因此，这两属植物应为同一自然分类群。

4. 多数分类学家（Hutchinson, 1959; Buchheim, 1964; Тахтаджян, 1960, 1970）把 *Nandina* 属看作一个科，即南天竹科 *Nandinaceae*。然而根据花的构造和解剖特征有些作者（Hipko, 1965; Оганезова, 1977）认为接近于小檗科。Kumazawa（1936—1937）描述 *Nandina* 花粉为长球形，具网状纹饰。Агабабян（1973）提出 *Nandina* 花粉具细网，网眼大小一致。Косенко（1980）通过扫描电镜观察，指出沟膜为粗颗粒状，外壁表面为穴状纹饰。我们观察采自我国四川的 *N. domestica* 花粉，看到本种花粉外壁在沟边显著加厚，这种在小檗科中很特殊，另外沟中部较宽，两极区变窄，沟底具网，外壁表面具均匀的细网，在扫描电镜下出现穴状纹饰，与本科其它属有明显的区别，故其分类地位值得进一步研究，我们认为南天竹属花粉至少应与小檗科中具 3 沟类型的其它属花粉分开。

5. 山荷叶属花粉形态不很一致。Kymazawa（1936—1937）研究 *D. grayi* 的花粉，指出外壁表面存在不规则的角锥形的刺和细网。在这种花粉粒中还看到有变异的孔。Erdtman G.（1952）和 Ikuse（1955, 1956）鉴定本属花粉认为具沟或孔。Shimakura（1973）把这种花粉归到多孔类型。Архангельский（1973）以及他和 Артюшенко（1975）描述本属花粉为无萌发孔。Косенко（1980）描述 *D. grayi* 和 *D. cymosa* 两种，指出花粉为

无萌发孔，具角锥形的刺。我们观察本属一种，即 *D. sinensis*，这种花粉为 3 沟具刺，刺比较小，高 1—2μ，基部宽 1—1.5μ。与 *D. grayi* 和 *D. cymosa* 两种相比不仅萌发孔有别，而且刺的大小和形状也不一样。根据形态特征本属与足叶草属相近，许多分类学家（Hutchinson, 1959; Тахтаджян 1966, 1970）分出这两个属成为单独的一科，称足叶草科 *Podophyllaceae*。大部分作者指出足叶草属花粉具网状纹饰，然而 Агабабян（1973）研究 *P. peltatum*, *P. emodi* 和 *P. hexandrum* 之后指出种间纹饰不同，前一种为拟网状，后两种为瘤状。Косенко（1980）借助扫描电镜的研究结果，认为足叶草属和山荷叶属尽管花粉萌发孔类型不同（足叶草属具沟，山荷叶属不具萌发孔），但其纹饰在扫描电镜下乃是相近的。根据我们所观察到的这两属花粉形态很不相同。山荷叶属花粉在扫描电镜下表面具刺，而足叶草属花粉在扫描电镜下表面为穴状（*Podophyllum peltatum* 采自美国伊利诺斯州的植物标本）（见图版 5:4—5）。此外，这两属花粉虽都具 3 沟，但足叶草属花粉的沟很长且深，而山荷叶属花粉的沟较短而浅，沟界极区面积较大。因此，我们认为山荷叶属和足叶草属在花粉形态上存在着明显的差异。我们同意 Агабабян（1973）的意见，认为足叶草属花粉种间纹饰不同，不同意 Косенко（1980）的意见，认为足叶草属和山荷叶属花粉纹饰在扫描电镜下乃是相近的。

6. 淫羊藿属、鲜黄莲属花粉也具有共同的特点：3 沟，具沟膜，膜上均具颗粒；外壁层次明显，分为两层，内、外层厚度几乎相等，约为 2μ（见表 1、2，图版 2，图版 4）。只纹饰有差异：淫羊藿属为颗粒-细网状纹饰；鲜黄莲属为条-网状或条状纹饰。从扫描电镜的观察和照片中我们发现淫羊藿属中 *E. wushanense* 可见较模糊的条-网状纹饰（图版 4:17），这与 *Jeffersonia dubia* 的朝鲜种在光学显微镜下观察的条-网状有些类似，*Jeffersonia dubia* 的苏联种则在光学显微镜下和扫描电镜下均为条状纹饰。因此淫羊藿属中某些种类是否与鲜黄莲属关系密切值得考虑（详见表 1，图版 2，图版 4）。

7. 对牡丹草属和红毛七属，过去有的把 *C. robustum* 放在 *Leontice* 属（或称威岩仙属）里，有时放到 *Caulophyllum* 属里，可能它们植物形态有不少相似的地方，据报道它们的染色体基数也有些种类相同（2n = 16 或 2n = 32），从花粉观察结果看它们都为 3 沟，沟长，外壁两层，几乎相等，厚度 2.5—3μ，具明显的基柱，网状纹饰都很接近（详见表 1），故可能它们的亲缘关系较近。然而 *Leontice* 赤道轴较短（25—32.5）μ，沟间区较小（8—9）μ，而 *Caulophyllum* 赤道轴较长（32.5—40）μ，沟间区较大（约 13μ），因此也容易区别。

参　考　文　献

[1] 中国科学院植物研究所形态室孢粉组，1960：中国植物花粉形态，科学出版社。

[2] 中国科学院植物研究所主编，1979：中国高等植物图鉴（第一册），科学出版社。

[3] ——，1979：中国高等植物科属检索表，科学出版社。

[4] 应俊生，1979：小檗科八角莲属和桃儿七属（新属）的研究，植物分类学报，**17**(1)：15—23。

[5] 肖培根等，1974：中国产小檗属药用植物资源的研究——分类、分布和药用价值，植物分类学报 **12**(4)：383—406。

[6] Erdtman, G., 1952: Pollen morphology and plant taxonomy, I. Angiosperms, Stockholm and Waltham, Mass.

[7] Huang Tseng-chieng, 1972: Pollen flora of taiwan, Nat. Taiwan Univ. Bot. Depart. Press.

[8] Ikuse M., 1955: General survey list of pollen grains in Japan (3). Ranales. *J. Jap. Bot.*, 30, 4—

1956. Pollen grains of Japan. Tokyo.
[9] Kumazawa, M., 1936—1937: Pollen grains morphology in Ranunculaceae, Lardizabalaceae and Berberidaceae. *Jap. J. Bot.*, 8, 1.
[10] ————, 1973: Comparative studies on the vernation in the Ranunculaceae and Berberidaceae. Journ. *Jap. Bot.* **13**(8): 573—586.
[11] Nowicke J. W. and J. J. Skvarla, 1981: Pollen morphology and phylogenetic relationships of the Berberidaceae. Smithsonian contributions to botany; no. 50, Smithsonian Institution Press.
[12] Swanson, S. D. & S. H. Sohmer, 1976: The biology of Podophyllum peltatum L. (Berberidaceae), The may apple: II. The transfer of pollen and success of sexual reproduction. *Bull. Torrey Bot. Club* **103**(5): 223—226.
[13] Terabayashi, S., 1978: Studies in the morphology and systematics of Berberidaceae II. Floral Anatomy of Mahonia japonica (Thunb.) DC. and Berberis thunbergi DC. *Acta Phytotax Geobot.* **29**: 106—118.
[14] Ueno, J., 1980: On the spiraperturate pollen grains. *Jap. Journ. Palyn.* **25**: 33—47.
[15] Архангельский Д. Б. и Тахтаджян А. Л., 1972: Морфология пыльцевых зерен Lenotice L., Gymnospermium Spach и близких родов семейства Berberidaceae. *Бот. Журн.* **57** (8): 921—926.
[16] Косенко В.Н., 1977: Сравнительно-кариологическое изучение Leontice ewersmannii Bunge and L. incerta Pall. *Бот. Журн.* **62** (7): 1042—1049.
[17] ————, 1980: Сравнительно-палиноморфологическое изучение семейства Berberidaceae S. L. 1. Морфология пыльцевых зерен родов Diphylleia, Podophyllum, Nandina, Berberis, Mahonia, Ranzania. *Бот. Журн.* **65** (2): 198—205.
[18] Куприянова Л. А., 1972: Berberidaceae. В кн.: Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР, I. Л.

STUDY ON THE POLLEN MORPHOLOGY OF THE FAMILY *BERBERIDACEAE*

CHANG KING-TANG
(*Institute of Botany, Academia Sinica*)

WANG PING-LI
(*Chengtu Institute of Biology, Academia Sinica*)

Abstract

The pollen grains of 33 species representing 11 genera of the family *Berberidaceae*, mostly from China, were examined with the light microscope and scanning electron microscope. Their characteritic details can be used for generic diagnosis. A pollen key to the genera based on these observations is presented.

Based on the morphology, the pollen grains can be grouped into the following three types:

1. The tetrad pollen type found only in the genus *Sinopodophyllum*.
2. The spiraperturate pollen type found in the genera *Berberis* and *Mahonia*.
3. The tricolpate pollen type found in the genera *Diphylleia, Jeffersonia, Nandina, Dysosma, Caulophyllum, Leontice* and *Epimedium*.

A diagnostic key to the pollen grains of genera in the *Berberidaceae*.

1. Pollen grains single
2. Pollen grains spiraperturate .... **Berberis** L., **Mahonia** L.
2. Pollen grains tricolpate
  3. Exine with spinose sculpture ....**Diphylleia** Michx.
  3. Exine with non-spinose sculpture
    4. Exine with striate or striate-reticulate sculpture ......**Jeffersonia** Barton
    4. Exine with reticulate sculpture
      5. Exine around colpus with distinct thickening ....**Nandina** Thunb.
      5. Exine around colpus without thickening
        6. Pollen grains larger (45—50)×(32.5—37.5)μ
          7. Colpus with membrane ....**Dysosma** R. E. Woodson
          7. Colpus without membrane .... **Caulophyllum** Michx.
        6. Pollen grains smaller (25—50)×(20—27.5)μ
          7. Pollen grains prolate-perprolate .... **Leontice** L.
          7. Pollen grains spheroidal-prolate···**Epimedium** L., **Podophyllum** L.
1. Pollen grains tetrad .... **Sinopodophyllum** Ying